

[illegible]

Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen von Stoßwellen für medizinische Anwendungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen von Stoßwellen für medizinische Anwendungen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 2.

Fokussierte akustische Stoßwellen werden zunehmend in der Human- und Tiermedizin für unterschiedliche Anwendungszwecke eingesetzt. Beispiele sind die Zerstörung von Konkrementen, die Behandlung von Weichteilbeschwerden und orthopädischen schmerzhaften Erkrankungen, wie Ansatzentzündungen und Pseudoarthrosen, sowie die Induzierung des Knochenwachstums.

Zum Erzeugen der Stoßwellen sind Vorrichtungen bekannt, bei welchen zwischen zwei in einem flüssigen Medium angeordneten Elektroden ein elektrischer Durchbruch erzeugt wird. Der elektrische Durchbruch führt zu einem explosionsartigen Verdampfen des flüssigen Mediums, wodurch die Stoßwellen erzeugt werden, die dann fokussiert in den menschlichen oder tierischen Körper eingekoppelt werden. Vorrichtungen dieser Gattung sind beispielsweise bekannt aus der DE-PS 26 35 635, der EP 0 590 177 A1 und der WO 96/09 621.

Die Plasmagenerierung bei dem elektrischen Durchbruch führt zu einer Bildung von Gasblasen in dem flüssigen Medium, welche die Entstehung und Ausbreitung der Stoßwellen stören. In der

WO 96/09 621 ist daher angegeben, daß eine die Elektroden umgebende stoßwellendurchlässige Hülle mindestens eine Öffnung aufweist, durch welche das bei der Funkenentladung entstehende Gas aus dieser Hülle entweichen kann. Die Öffnungen müssen dabei eine ausreichende Größe aufweisen, damit das gebildete Gas auch wirksam entweichen kann, was andererseits zu einem Austausch zwischen Innenraum und Außenraum der Hülle führt, wodurch die Konditionierung des flüssigen Mediums im Bereich der Elektroden beeinträchtigt wird. Außerdem muß das außerhalb der Hülle gesammelte Gas abgeführt und in einem Entgasungsprozeß entfernt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, durch welche der störende Einfluß der Gasbildung verringert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 2.

Vorteilhafte Ausführungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den rückbezogenen Unteransprüchen angegeben.

Der wesentliche Gedanke der Erfindung besteht darin, dem flüssigen Medium zumindest in dem die Elektroden umgebenden Bereich eine Katalysator zuzusetzen, der der Entwicklung und Bildung von Gasblasen entgegenwirkt. Dabei sind bei der Erzeugung der Stoßwellen zwei Prozesse der Gasentwicklung zu unterscheiden. Wird an die Elektroden die für die Funkenentladung erforderliche elektrische Hochspannung angelegt, so führt diese nicht unmittelbar zu dem elektrischen Durchbruch. Zunächst wird vielmehr in einer Latenzzeit das für den Durchbruch erforderliche elektrische Feld aufgebaut. In dieser Latenzzeit fließt bereits ein geringer Strom in dem flüssigen Medium, der durch dessen elektrischen Leitwert bestimmt ist. Dieser elektrische Strom führt bereits zu einer elektrolytischen Zersetzung des flüssigen Mediums und einer dadurch bedingten Gasentwicklung. Der dem flüssigen Medium zugesetzte

Katalysator kann somit zum einen diese elektrolytische Gasentwicklung während der Latenzzeit stark unterdrücken oder sogar weitgehend verhindern. Hat sich der Durchbruchkanal zwischen den Elektroden gebildet, so daß eine elektrische Entladung zwischen den Elektroden stattfindet, so führt der hohe Entladungsstrom zu einem explosionsartigen Verdampfen des flüssigen Mediums. Der Katalysator hat weiter den Zweck, das während der Latenzzeit durch eventuell nicht vollständige Unterdrückung der elektrolytischen Dissoziation gebildete Gas und insbesondere das durch die Verdampfung bei dem elektrischen Durchbruch erzeugte Gas möglichst schnell und möglichst vollständig katalytisch wieder in den Ausgangsstoff des flüssigen Mediums oder eventuell in eine andere flüssige Substanz umzuwandeln.

Die erfindungsgemäße Zugabe des Katalysators unterdrückt damit die Gasbildung während der Latenzzeit und führt zu einer chemischen Rekombination des notwendigerweise während der Entladung gebildeten Gases.

Das flüssige Medium besteht in der Regel zu einem überwiegen- den Anteil aus Wasser, so daß es sich bei dem entstehenden Gas im wesentlichen um Knallgas handelt. Um dieses Knallgas in Wasser zurückzuverwandeln wird dem Wasser ein Hydrierungs- katalysator zugegeben. Da das Wasser nicht völlig salzfrei ist, können auch weitere Gase, wie z. B. Chlor entstehen, die ebenfalls katalysierbar, lösbar oder in akustisch nicht stö- rende Stoffe umwandelbar sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Er zeigen

- Fig. 1 eine erfindungsgemäß ausgebildete Vorrichtung in schematischer Seitenansicht und
- Fig. 2 eine Fig. 1 entsprechenden Darstellung einer zweiten Ausführung der Vorrichtung.

In einer Hülse 7 sind Elektroden 4 und 5 angeordnet. Die Hülse 7 ist für Stoßwellen durchlässig, an ihrer Oberseite geschlossen und durch den Sockel der Vorrichtung abgeschlossen. In der Hülse 7 befindet sich ein flüssigen Medium 6, welches vorzugsweise im wesentlichen aus Wasser besteht. Das flüssige Medium 6 enthält einen Katalysator 9.

Die eine Elektrode 4 ist mit einem Innenleiter 1 und die andere Elektrode 5 mit einem Außenleiter 3 elektrisch leitend verbunden. Der Innenleiter 1 ist gegen den Außenleiter 3 durch eine Isolator 2 isoliert. Die Hülse 7 ist mittels eines Isolators 8 mit dem im übrigen nicht dargestellten Gerät fest oder z. B. mittels eines Gewindes lösbar verbunden. Der Innenleiter 1 und der Außenleiter 3 werden in geeigneter Weise an die Hochspannungsversorgung des Gerätes angeschlossen.

In dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 ist der Katalysator 9 in dem die Elektroden 4 und 5 umgebenden flüssigen Medium 6 in flüssiger oder fester Form gelöst oder suspendiert. Das flüssige Medium 6 mit dem Katalysator 9 ist in der Hülse 7 vollständig eingeschlossen. Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 ist auf diese Weise als komplette Baueinheit einsetzbar und auswechselbar.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform befindet sich der Katalysator 9 pulverförmig in einem Vorratsbehältnis 11. Das Vorratsbehältnis 11 hat an seiner Unterseite eine kleine Öffnung, durch welche der pulverförmige Katalysator 9 in das flüssige Medium 6 entweichen kann. Die bei der Funkenentladung zwischen den Elektroden 4 und 5 entstehenden Druckschwankungen begünstigen dabei, daß pro Entladung jeweils portionsweise eine gewisse Menge des Katalysators 9 in das flüssige Medium 6 entweicht.

In dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 sind die Elektroden 4 und 5 sowie das Vorratsbehältnis 11 in einem größeren Volumen des flüssigen Mediums 6 aufgenommen. Dieses Volumen kann ein geschlossenes Volumen sein, so daß die Vorrichtung mit dem

D 903 230 000

Flüssigkeitsvolumen eine selbständige auswechselbare Baueinheit bildet. Ebenso kann das das flüssige Medium 6 enthaltende Volumen an einen offenen Kreislauf angeschlossen sein, in welchem das flüssige Medium umgewälzt und gegebenenfalls aufbereitet wird.

Die verwendeten Katalysatoren 9 sind im wesentlichen an sich bekannt und werden entsprechend der Zusammensetzung des flüssigen Mediums gewählt.

Da das flüssige Medium 6 vorzugsweise im wesentlichen aus Wasser besteht, werden als Katalysator 9 entsprechend Hydrierungs-Katalysatoren verwendet, die das durch die elektrolytische Dissoziation des Wassers gebildete Wasserstoff-Sauerstoff-Gemisch (Knallgas) wieder katalytisch in Wasser zurückverwandeln.

Als effektivste Hydrierungskatalysatoren werden die Gruppe der Platinmetalle und der Palladiummetalle bevorzugt. Die katalytische Wirkung dieser Metalle hängt davon ab, wieviel Wasserstoff absorbiert werden kann, d. h. insbesondere wie fein verteilt der Katalysator vorliegt. Bevorzugt werden erfindungsgemäß dementsprechend Platinpulver, Platin auf Aktivkohle, Platinschwamm, Platinmohr und entsprechend Palladiumpulver, Palladium auf Aktivkohle, Palladiumschwamm bzw. Palladiummohr. Die Auswahl und die zugegebene Menge des Katalysators ergibt sich aus der effektiven Wirksamkeit des Katalysators, der Art der Zugabe, den Einflüssen auf das flüssige Medium und aus den Kosten des Katalysators.

Bei den Katalysatoren mit der besten Katalysatorwirkung, z. B. bei Palladiummohr hat sich eine Mengenzugabe von größer/gleich 0,1mg pro ml Wasser als wirksam erwiesen. Katalysatoren mit einer geringeren Wirksamkeit müssen in entsprechend größeren Mengen zugegeben werden. In der Regel ergibt sich ein vorteilhafte Reduzierung der Gasbildung und Gasansammlung bei einer Zugabe von etwa 0,2 bis 4mg Katalysator pro ml Wasser.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erzeugen von Stoßwellen für medizinische Anwendungen, bei welchem zwei Elektroden in einem flüssigen Medium angeordnet werden und durch eine an die Elektroden angelegte elektrische Hochspannung ein elektrischer Durchbruch erzeugt wird, durch welchen das Medium explosionsartig verdampft, um damit die Stoßwellen zu erzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß dem flüssigen Medium ein Katalysator zumindest in der Umgebung der Elektroden zugegeben wird, der die elektrolytische Entstehung von Gas bei dem Anlegen der Hochspannung an die Elektroden ganz oder teilweise unterdrückt und der das beim Anlegen der Hochspannung an die Elektroden und beim elektrischen Durchbruch entstehende Gas ganz oder teilweise katalytisch in seinen Ausgangszustand rückverwandelt.
2. Vorrichtung zum Erzeugen von Stoßwellen für medizinische Anwendungen mittels einer zwischen zwei in einem flüssigen Medium angeordneten Elektroden gebildeten Funkenstrecke, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium (6) zumindest in der Umgebung der Elektroden (4, 5) einen Katalysator (9) enthält, der die Umwandlung des flüssigen Mediums (6) in Gas zumindest teilweise unterdrückt und/oder das entstehende Gas zumindest teilweise wieder in einen flüssigen Zustand zurückverwandelt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium (6) im wesentlichen aus Wasser besteht und daß der Katalysator (9) ein Hydrierungs-Katalysator ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Katalysator (9) aus der Gruppe der Platin- oder Palladiummetalle verwendet wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß

der Katalysator (9) aus Platin auf Aktivkohle, Platinpulver, Platinschwamm oder Platinmohr besteht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (9) aus Palladium auf Aktivkohle, Palladiumpulver, Palladiumschwamm oder Palladiummohr besteht.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (9) dem flüssigen Medium (6) in einer Menge von wenigstens von 0,1mg/ml zugegeben wird.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (9) dem flüssigen Medium (6) in einer Menge von 0,2 bis 4mg/ml zugegeben wird.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das die Elektroden (4, 5) umschließende flüssige Medium (6) in einem abgeschlossenen Volumen (Hülse 7) aufgenommen ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator (9) pulverförmig in einem Vorratsbehältnis (11) bevorratet ist, und durch eine Öffnung des Vorratsbehältnisses (11) in das flüssige Medium (6) in der Umgebung der Elektroden (4, 5) austritt.

Akustische Stoßwellen für medizinische Anwendungen werden durch eine elektrische Entladung zwischen zwei Elektroden erzeugt, die in einem flüssigen Medium angeordnet sind. Dem flüssigen Medium wird ein Katalysator in der Umgebung der Elektroden zugegeben, der das bei dem Anlegen der Spannung an die Elektroden entstehende Gas katalytisch in seinen Ausgangszustand zurückverwandelt oder die Entstehung des Gases ganz oder teilweise unterdrückt.